

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F26B 21/08 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780038064.9

[43] 公开日 2009年11月25日

[11] 公开号 CN 101589282A

[22] 申请日 2007.10.12

[21] 申请号 200780038064.9

[30] 优先权

[32] 2006.10.12 [33] EP [31] 06076879.3

[86] 国际申请 PCT/NL2007/050495 2007.10.12

[87] 国际公布 WO2008/044932 英 2008.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2009.4.13

[71] 申请人 荷兰应用自然科学研究组织

地址 荷兰代夫特

[72] 发明人 扬·库恩·阿克曼

莫尼克·阿弗拉·布恩

保卢斯·约翰内斯·特奥多鲁斯·布斯曼

斯曼

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司  
代理人 李辉

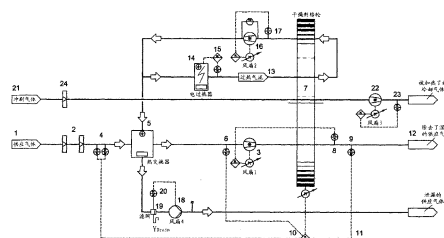
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

## [54] 发明名称

对干燥产品时所用的供应气体的含湿量进行控制的处理

## [57] 摘要

本发明提供了一种处理，该处理包括以下步骤：(a) 供给供应气体；(b) 随意地加热该供应气体；(c) 确定该供应气体的温度和含湿量；(d) 使该供应气体与旋转的干燥剂转轮相接触，由此借助与步骤(c)中所获得的温度和含湿量有关的数据，结合干燥剂的相应吸湿等温线来控制该干燥剂转轮的旋转速度；以及(e) 回收步骤(d)中所获得的去除了湿气的供应气体。本发明还提供了一种由所述处理方法获得的去除了湿气的气体、一种除湿系统、一种包括使产品与根据本发明所获得的去除了湿气的气体相接触而对产品进行干燥的处理，以及一种由所述干燥处理而可以获得的产品。



1、一种对在干燥产品过程中使用的供应气体的含湿量进行控制的处理，该处理包括如下步骤：

- (a) 供给供应气体；
- (b) 随意地加热该供应气体；
- (c) 确定该供应气体的温度和含湿量；

(d) 使该供应气体与旋转的干燥剂转轮相接触，由此借助与步骤(c)中所获得的温度和含湿量有关的数据，结合干燥剂的相应吸湿等温线来控制该干燥剂转轮的旋转速度；以及

- (e) 回收步骤(d)中所获得的去除了湿气的供应气体。

2、根据权利要求1所述的处理，其中，在步骤(d)中，所述供应气体穿过旋转的沸石干燥剂转轮，该旋转干燥剂转轮至少包括：吸收部分，供应气体通过该吸收部分，并且在该吸收部分中从所述供应气体吸收湿气；再生部分，过热气流通过该再生部分，以便从沸石干燥剂去除所吸收的湿气的至少一部分，由此获得包括在所述吸收区域中吸收的湿气的至少一部分的气流；和冲刷部分，冲刷气体通过该冲刷部分以冷却沸石干燥剂，并且在该冲刷部分中进行沸石的进一步再生。

3、根据权利要求2所述的处理，其中，在使所述过热气流穿过所述再生部分之前，使用于冷却沸石干燥剂的所述冲刷气体穿过干燥剂转轮以预热该转轮。

4、根据权利要求2或3所述的处理，其中，从包括在所述吸收部分中吸收的湿气的至少一部分的气流中回收过量的过热气流，该过量的过热气流用于能量目的，并且剩余的过热气流的至少一部分被传递到所述再生部分。

5、根据权利要求2-4中任一项所述的处理，其中，维持压力平衡，这防止了湿气从再所述生部分或所述冲刷部分泄漏到所述吸收部分中，由此，在临近部分中满足以下关于压力的条件：

- (i) 所述吸收部分前侧的所述供应气体的压力高于所述冲刷部分前

侧的所述冲刷气体的压力；

(ii) 所述吸收部分前侧的所述供应气体的压力高于所述再生部分前侧的所述过热气流的压力；

(iii) 所述冲刷部分前侧的所述冲刷气体的压力高于所述再生部分前侧的所述过热气流的压力；

(iv) 所述吸收部分后侧的所述供应气体的压力高于所述冲刷部分后侧的所述冲刷气体的压力；和

(v) 所述吸收部分后侧的所述供应气体的压力高于所述再生部分后侧的所述过热气流的压力。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的处理，其中，在步骤 (b) 对所述供应气体进行加热。

7、根据权利要求 2-6 中任一项所述的处理，其中，包括在所述吸收部分中被吸收的湿气的至少一部分的气流随后被冷凝，并且在所述气流冷凝的过程中产生的热被用来在步骤 (b) 中加热所述供应气体。

8、根据权利要求 7 所述的处理，其中，在冷凝过程中从要冷凝的过热气流中去除存在于该过热气流中的供应气体的至少一部分。

9、根据权利要求 2-8 中任一项所述的处理，其中，所述供应气体、所述过热气流和所述冲刷气体各自借助通风机或压缩机而通过相关段。

10、根据权利要求 2-9 中任一项所述的处理，其中，包含在所述旋转干燥剂转轮中的沸石是 3A、4A 和/或 5A 型的。

11、根据权利要求 2-10 中任一项所述的处理，其中，所述再生部分包括两个或更多个段。

12、根据权利要求 1-11 中任一项所述的处理，其中，供应气体在步骤 (b) 被加热到从 30°C 到 100°C 范围内的温度。

13、根据权利要求 1-12 中任一项所述的处理，其中，包括在所述吸收部分中被吸收的湿气的至少一部分的气流具有从 90°C 到 250°C 范围内的温度。

14、一种除湿系统，该除湿系统包括沸石旋转干燥剂转轮，该沸石旋转干燥剂转轮包括：用于向该干燥剂转轮的吸收部分供应供应气体的

第一装置；用于向该干燥剂转轮的再生部分供应过热气流的第二装置；以及用于向冲刷部分供应冲刷气体的第三装置，其中第一、第二和第三装置均包括通风机或压缩机。

15、根据权利要求 14 所述的除湿系统，其中，所述再生部分包括两个或更多个段。

16、一种对产品进行干燥的处理，该处理包括使产品与去除了湿气的气体相接触，该去除了湿气的气体是在根据权利要求 1-13 中任一项所述的处理中获得的。

17、根据权利要求 16 所述的处理，其中，所述产品是食物。

18、根据权利要求 16 或 17 所述的处理，其中，使用了权利要求 14 或 15 所限定的除湿系统。

19、根据权利要求 16-18 中任一项所述的处理，其中，对已经与要被干燥的产品接触过的去除了湿气的气体随后进行根据权利要求 1-13 中任一项所述的处理。

20、根据权利要求 19 所述的处理，其中，所述供应气体是氮气或二氧化碳或任何其他气体。

21、根据权利要求 19 或 20 所述的处理，其中，所述冲刷气体与所述供应气体相同。

22、通过权利要求 16-21 中任一项限定的处理而可以得到的产品。

23、通过根据权利要求 1-13 中任一项所述的处理而可以得到的去除了湿气的气体。

## 对干燥产品时所用的供应气体的含湿量进行控制的处理

### 技术领域

本发明涉及一种对干燥产品所用的供应气体的含湿量进行控制的处理、一种除湿器系统、一种通过所述处理获得的去除了湿气的气体、一种用于干燥产品的处理方法，以及一种可以通过所述干燥处理获得的干燥的产品。

### 背景技术

干燥是食品和化学制品最常用的保存方法之一。人们开发了很多种类的机器来适合不同的要被干燥的产品。在大多数情况下，用来蒸发湿气的热量由热空气来供应，这样做的好处是产品可以在比空气温度低得多的所谓湿球温度下被加热。这样，可以对热敏产品进行加热而不会有质量损失。但是，新鲜热空气的使用存在空气的含湿量是变化的以及空气中含有氧气的缺点。

关于空气的可变含湿量，人们发现干燥器出口的空气含湿量受到被干燥产品的水活度的限制。因此，如果入口空气的水含量高，则每千克入口空气可以从产品中带走的水很少。此外，在不同的天气条件下，通过在工艺设置中使用大的余量，将入口空气的含水率的快速变化考虑进来。这些余量是以一年中最大的含湿量为基础的。在实际中，这会导致将产品干燥到比所需更低的水活度，这进而导致产量的损失、质量方面（如容积密度）的损失以及干燥能力的降低。

关于空气中的含氧量，要注意氧气和产品的强烈混合会诱发火灾和爆炸，在某些情况下还会因为氧化而使产品老化（degradation）。

通过对入口空气进行预干燥步骤，可以减小含湿量的变化。为了这个目的，典型地采用露点冷凝器，和基于硅胶或沸石的干燥剂干燥器。关于干燥剂干燥器的使用可以参考，例如，美国专利申请 US

2005/0050906。但是，露点冷凝器需要相当大量的电力且需要使用冷却液，还会导致热交换器的潮湿表面上孳生细菌的风险，而所用干燥剂再生的高能量消耗是最大的缺点。此外，标准的干燥剂系统没有针对处理过的空气的最终含湿量进行控制。在这方面，人们观察到干燥剂在某种程度上抑制了含湿量的变化，但是关于产品产量和质量的问题依然存在。

### 发明内容

本发明的目的就是解决上述问题。

令人惊讶的是，目前已经发现当以特定方式使用沸石干燥剂转子时上述问题可以得到解决。

因此，本发明涉及一种对在干燥产品过程中使用的供应气体的含湿量进行控制的处理，该处理包括如下步骤：

- (a) 供给供应气体；
- (b) 随意地加热该供应气体；
- (c) 确定该供应气体的温度和含湿量；
- (d) 使该供应气体与旋转干燥剂转轮相接触，其中借助与步骤(c)中所获得的温度和含湿量有关的数据，结合干燥剂的相应吸湿等温线来控制该干燥剂转轮的旋转速度；以及
- (e) 回收步骤(d)中所获得的去除了湿气的供应气体。

在本发明的优选实施方式中，在步骤(d)中，供应气体穿过旋转的沸石干燥剂转轮，该干燥剂转轮至少包括：吸收部分(adsorption section)，供应气体通过该吸收部分，并且在该吸收部分中从供应气体吸收湿气；再生部分，过热气流通过该再生部分，以便从沸石干燥剂去除吸收的湿气的至少一部分，由此获得包括在该吸收区域中吸收的湿气的至少一部分的气流；和冲刷部分，冲刷气体通过该冲刷部分以冷却沸石干燥剂，并且在该冲刷部分中进行沸石的进一步再生。

在根据本发明的处理中，借助与步骤(c)中所获得的温度和含湿量有关的数据，结合干燥剂的相应吸湿等温线来控制干燥剂转轮的旋转速度，该处理允许干燥剂吸收最大量的湿气，这从再生步骤中的能量观点

来说非常有优势。

适当的是，在使过热气流穿过再生部分之前，使用于冷却沸石干燥剂的冲刷气体穿过干燥剂转轮以预热该转轮。

适当的是，从包括在吸收部分中吸收的湿气的至少一部分的气流中回收过量的过热气流，该过量的过热气流用于能量目的，并且剩余的过热气流的至少一部分被传递到再生部分。

适当的是，传递到再生部分的剩余的过热气流在进入再生部分之前将通过一加热器以将过热气流的温度保持在所需水平。优选的是，过热气流的流量足以允许该加热器稳定运行。优选的是，从该加热器出来的至少一部分过热气流将绕过干燥剂转轮并且至少部分地被再循环回该加热器。

依照本发明，通过使用闭环过热气流作为再生介质，可以降低沸石再生的高能量消耗。过热气流使吸附在沸石中的水释放出来，产生了可用于加热入口干燥空气的饱和或略未饱和气流。获得了冷凝的相转变热（latent heat），使得干燥器作为一个整体的能量消耗显著减少。交替使用空气和过热气流来分别进行吸收和再生，将不可避免地导致在这些部分之间的边界处混合这两种气体。为了防止干燥的空气被湿化，必须采取一些预防措施。在再生部分到吸收部分的分界面处转子的空间内引入了干燥剂转子中的特殊冲刷部分，以去除过热气流。在这个冲刷部分中，蒸汽压力的快速下降导致所吸收的水的额外释放和热干燥剂的冷却。采取的其他步骤是在这些部分之间进行特殊的密封以使一个部分到相邻部分的泄漏最小化并引入适当的压力平衡。由于气体总是从高压向低压流动，所以压力平衡被建立以确保能够防止干燥的空气中任何湿气的泄漏或沸石再生的劣化。

因此，在根据本发明的处理中优选地维持压力平衡，这防止了湿气从再生部分或冲刷部分泄漏到吸收部分中，由此，在临近部分中要满足下述关于压力的条件：

(i) 吸收部分前侧的供应气体的压力高于冲刷部分前侧的冲刷气体的压力；

(ii)吸收部分前侧的供应气体的压力高于再生部分前侧的过热气流的压力；

(iii)冲刷部分前侧的冲刷气体的压力高于再生部分前侧的过热气流的压力；

(iv)吸收部分后侧的供应气体的压力高于冲刷部分后侧的冲刷气体的压力；和

(v)吸收部分后侧的供应气体的压力高于再生部分后侧的过热气流的压力。

本系统另一个要告知的方面是对空气中的含湿量的实时控制。通过测量空气在进入干燥剂转子前的温度和含湿量并将其与沸石的吸湿等温线相结合，可以对转子速度进行调节，从而获得进入产品干燥器的空气的恒定含湿量。

沸石干燥剂也可以用来干燥和再生干燥器的出口空气。这样就可以实现闭环干燥器。这样，可以防止冷凝的热量损失，从而实现了极大的节能。此外，干燥气体的重新使用也允许使用除空气之外的其他气体作为干燥介质。虽然在一次通过（once-through）系统中采用空气之外的其它干燥介质在经济上并不可行，但是在闭式循环中它却是一个现实的选择。

在根据本发明的处理中，在步骤（b）对供应气体进行加热。适当的是，在步骤（b）将供应气体加热至 5 到 60℃ 范围内的温度，优选地为 30 到 50℃ 范围内的温度。

优选的是，包括在吸收部分中被吸收的湿气的至少一部分的气流随后被冷凝，并且在所述气流冷凝的过程中产生的热被用来在步骤（b）中加热供应气体。

适当的是，在冷凝过程中从要冷凝的过热气流中去除存在于该过热气流中的供应气体的至少一部分。

包括在吸收部分中被吸收的湿气的至少一部分的气流优选地具有从 110 到 250℃ 范围内的温度。

在本发明的一个有吸引力的实施方式中，供应气体、过热气流和冲

刷气体各自借助通风机或压缩机而通过相关段。

优选的是，包含在旋转干燥剂转轮中的沸石是 3A、4A 和/或 5A 型的。更优选的是，包含在旋转干燥剂转轮中的沸石是 4A 型的。

根据本发明要使用的再生部分优选地包括两个或更多个段。

此外，本发明还涉及一种去除了湿气的气体，这种去除了湿气的气体可以通过用于对在干燥产品过程中所使用的供应气体中的含湿量进行控制的本处理而获得。在可调节和恒定的含湿量方面，这种去除了湿气的气体是独一无二的。

本发明还涉及一种除湿系统，该除湿系统包括沸石旋转干燥剂转轮，该沸石旋转干燥剂转轮包括：用于向该干燥剂转轮的吸收部分供应供应气体的第一装置；用于向该干燥剂转轮的再生部分供应过热气流的第二装置；以及用于向冲刷部分供应冲刷气体的第三装置，其中第一、第二和第三装置均包括通风机或压缩机。

优选的是，根据本发明的除湿系统的再生部分包括两个或更多个段。

本发明还涉及一种对产品进行干燥的处理，该处理包括使产品与去除了湿气的气体相接触，该去除了湿气的气体是在根据本发明的用于在干燥产品过程中所用的供应气体的含湿量进行控制的处理中获得的。

优选的是，要被干燥的产品是食物。

优选的是，在这种干燥处理中使用了根据本发明的除湿器系统。

在用于对产品（优选为食物）进行干燥的本处理中，用于对产品进行干燥的去除了湿气的气体优选地应用于闭环实施方式中，即，在使用去除了湿气的气体（其此时包含较高量的湿气）之后，进行如权利要求 1 限定的处理。

优选的是，根据本发明，供应气体是氮气或二氧化碳或任何其它气体。

优选的是，冲刷气体与供应气体是相同的气体。

本发明还涉及一种根据本发明的干燥产品的处理方法获得的产品。因为改进的处理控制（其导致例如入口气体含湿量这样的处理变量的消除）以及能够选择使用空气以外的其它气体，这种产品在质量方面是独

一无二的。

### 具体实施方式

下面将在图 1 的基础上对本发明的各个方面进行详述，该图用于举例说明本发明，而非将其限制为特定的实施方式。

在图 1 中，利用风扇 (3) (风扇 1) 将供应气体 (1) 抽吸通过双过滤器部分 (2)。利用相对湿度和温度传感器 (4) 来监测空气的含湿量。空气在热交换器 (5) 中被加热。通过温度传感器 (6) 来监测空气温度，空气穿过旋转的沸石干燥剂转轮 (7)，其湿气在此处被沸石吸收。压力传感器 P1 (8) 确保了风扇 (3) 的恒定流量 (flow)。专用传感器 (9) 测量供应气体的含湿量。基于供应气体的含湿量和热交换器 (5) 前面的温度，结合沸石的吸湿等温线，借助前馈控制回路 (10) 不断地调节旋转沸石干燥剂转轮 (7) 的转子速度。转子速度的小幅调节可以利用反馈控制回路 (11)，基于去除了湿气的供应气体 (12) 的含湿量测量结果来进行。

接着，沸石利用在逆流回路中馈送的过热气流 (13) 而再生。来自过热器 (14) 的气流的温度借助由温度传感器 (15) 控制的控制回路而保持恒定。利用由温度传感器 (17) 控制的控制回路来调节风扇 (16) (风扇 2) 通过干燥剂转轮的流量，从而限制热量的分配。多余的气流由于从沸石中释放出的湿气而在热交换器 (5) 中冷凝。气流中少量泄漏的供应气体利用风扇 (18) (风扇 4) 来去除。滤网 (19) 将冷凝物和气体分离开。由压力传感器 (20) 所控制的控制回路来控制滤网中的压力。

利用冲刷气体 (21) 使干燥剂转轮中热再生的沸石冷却下来。冲刷气体的流量由风扇 (22) (风扇 3) 来维持，并由沸石干燥剂转轮的温度传感器 (23) (T2) 来控制。在经过干燥剂转轮之前，冷却气体被过滤器 (24) 过滤。

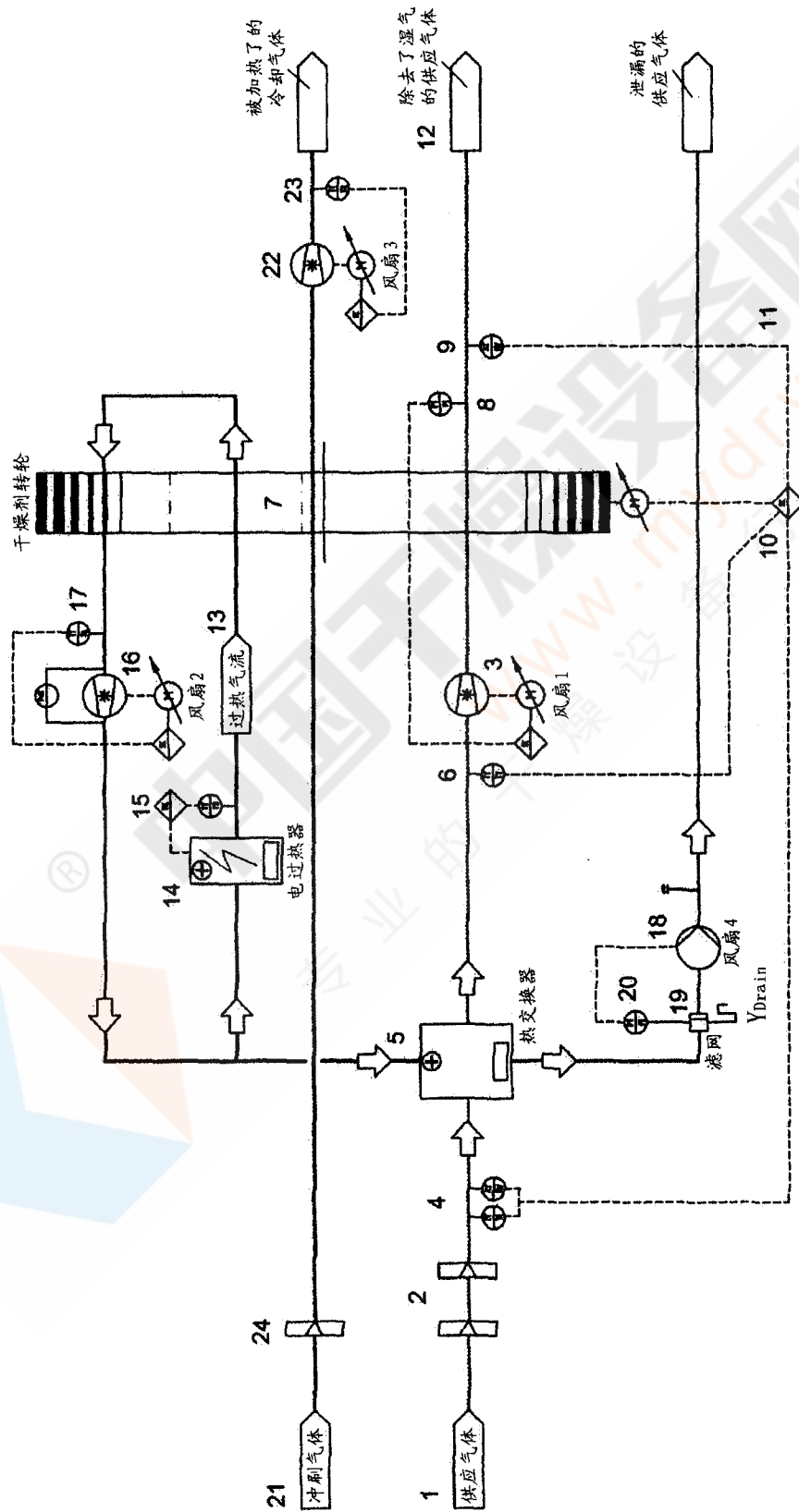


图1